

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 644 855

(21) N° d'enregistrement national :

89 13119

(51) Int Cl⁵ : F 16 B 9/10, 21/04; F 25 B 30/02.

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 29 septembre 1989.

(30) Priorité : IT, 21 mars 1989, n° 67198-A/89.

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 39 du 28 septembre 1990.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

(71) Demandeur(s) : C.E.A.F. CONVERTITORI ENERGIA AL-
TERNATIVA FLUIDODINAMICA, Società à Responsabilità
Limitée. — IT.

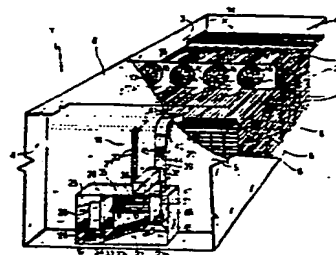
(72) Inventeur(s) : Furio Berti.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Cabinet Michel Moinas.

(54) Installation de séchage, particulièrement pour le bois.

(57) Installation de séchage 1 particulièrement pour le bois 2
comprenant une chambre de séchage 3 pourvue d'une pluralité
de ventilateurs électriques 16 réversibles pour créer une circu-
lation d'air à l'intérieur de la chambre alternativement dans les
deux sens, et un circuit frigorifique 18 employé soit comme
pompe à chaleur soit comme déshumidificateur pour enlever
des calories et diminuer l'humidité interne de la chambre 3. Le
circuit frigorifique 18 comprenant un compresseur 19 de fluide
frigorifique et un évaporateur 21, ces deux étant installés dans
une armoire 25 située dans une salle de machines 4 contiguë
à la chambre 3, et un condensateur 20 disposé à l'intérieur de
la chambre 3.



FR 2 644 855 - A1

INSTALLATION DE SECHAGE, PARTICULIEREMENT POUR LE BOIS

La présente invention est relative à une installation de séchage, particulièrement mais non exclusivement pour le bois.

5 Les installations de séchage connues comprennent une chambre à l'intérieur de laquelle le bois est empilé. Cette chambre est réchauffée au moyen d'un faisceau de tubes parcourus par de l'eau chaude et/ou de la vapeur amenée par une installation de chaleur. Cette chambre est de plus complétée par une pluralité de
10 ventilateurs aptes à générer une circulation d'air à l'intérieur de cette chambre. Lorsque l'humidité interne de la chambre atteint une valeur prédéterminée, cet air est expulsé et remplacé par un air plus sec prélevé du milieu environnant.

15 Les installations de séchage décrites précédemment présentent de graves inconvénients économiques lorsque l'on souhaite obtenir à la fois une valeur finale optimale pour l'humidité résiduelle et ce en un temps bref avec un écart réduit et une bonne
20 homogénéité des caractéristiques du bois dans toutes les différentes zones de la chambre. Avant tout, les coûts de production et de gestion de la chaleur sont très élevés. En outre, l'alimentation de la chaleur, à partir du bois ou encore plus à partir du fuel, est coûteuse ; enfin,
25 lorsque l'on dispose des déchets abondants et de manière continue, il ne faut pas mésestimer l'incidence de la main d'oeuvre pour récolter ces déchets et fabriquer la chaleur.

- 2 -

Une autre forme d'installation de séchage comprend un circuit frigorifique externe associé à une chambre de séchage et fonctionnant comme déshumidificateur. De telles installations sont basées sur le principe de faire circuler de l'air de séchage dans un circuit fermé comprenant la chambre et le groupe frigorifique, de telle sorte que le flux d'air sortant de cette chambre soit refroidi (avec une déshumidification par condensation) dans l'évaporateur du circuit lui-même, puis réchauffé dans le condensateur du circuit frigorifique avant d'être réinjecté dans la chambre.

De telles installations de déshumidification éliminent les désavantages liés à l'emploi d'une chaleur et permettent d'obtenir des séchages partiels avec des coûts d'implantation et énergétiques raisonnables. Toutefois, ces installations présentent également des désavantages et en particulier les suivantes : le bois est essentiellement sécher en sa partie extérieure du fait de l'impossibilité de créer dans la chambre des températures (42-45° C) suffisantes pour obtenir une évaporation même au centre des tables. L'air se distribue dans la chambre selon un mode irrégulier créant des différences de séchage aux extrémités des piles ainsi que la formation de zones "mortes" à proximité des bouches d'aspiration, zones dans lesquelles le bois est sujet à moisissures, donc noircissement, et ne présente donc pas le même degré de sécheresse comparé aux autres piles traitées simultanément. Les temps de séchage sont longs et le pourcentage d'humidité résiduel final est élevé.

Enfin, d'autres installations de séchage sont connues qui comprennent un circuit frigorifique utilisé

comme pompe de chaleur c'est-à-dire dans lequel la chambre est réchauffée en soutirant de la chaleur du milieu ambiant externe lorsque cette température externe est au moins supérieure d'une valeur minimale (environ 10° C). En plus des avantages connus avec l'élimination de la chaleur, on obtient dans de tels dispositifs des économies énergétiques grâce à l'excellente réduction thermique optimale de la pompe à chaleur. De plus, avec l'emploi de fluide frigorigène approprié (fréon 12), on obtient des températures élevées pour l'air présent dans la chambre (60-70° C), ce qui assure un séchage rapide et en profondeur. Ces installations comprenant des pompes à chaleur présentent toutefois les mêmes inconvénients que celles à déshumidificateur, quoique atténuées par la plus grande température, lorsque l'on considère la distribution irrégulière de l'air à l'intérieur de la chambre. Cette irrégularité a comme conséquence une non-homogénéité des caractéristiques finales du bois. De plus, l'air chaud sèche avec une rapidité excessive la partie supérieure de l'empilement avec une distorsion des tables.

Le but de la présente invention est la réalisation d'une installation de séchage, particulièrement pour le bois, permettant d'obvier les inconvénients précités.

Ces buts sont atteints selon l'invention grâce à une installation de séchage de matériaux, particulièrement le bois, comprenant une chambre de séchage apte à contenir une charge de matériel à sécher, des premiers moyens pour prélever de l'air de cette chambre, des seconds moyens pour prélever de l'air de

- 4 -

l'ambiance extérieure à cette chambre, des moyens pour aspirer un flux d'air du premier et/ou second moyen de prélèvement, des moyens d'injection d'au moins une portion de ce flux dans la chambre, des moyens
5 d'expulsion d'au moins une portion de ce flux vers l'ambiance externe et un circuit frigorifique comprenant un compresseur de fluide frigorifique, des moyens de condensation de ce fluide frigorifique et des moyens d'évaporation de ce fluide frigorifique, ces moyens
10 d'évaporation étant traversés par au moins une portion du fluide aspiré par les moyens d'aspiration. Plus particulièrement les moyens de condensation du fluide frigorifique sont disposés à l'intérieur de la chambre, cette installation comprenant des moyens réversibles de
15 recirculation de l'air à l'intérieur de la chambre.

L'invention sera mieux comprise à l'étude d'un mode de réalisation pris à titre d'exemple nullement limitatif et décrit par les figures suivantes :

- la figure 1 est une vue en perspective partiellement coupée d'une installation réalisée selon la présente invention,

- la figure 2 est une vue en coupe longitudinale de l'installation de la figure 1,

- les figures 3 et 4 illustrent respectivement
25 des détails des figures 1 et 2 dans l'une des différentes phases opératoires

- les figures 5 et 6 illustrent les mêmes détails que les figures 3 et 4 dans une phase opératoire ultérieure.

30 En référence aux figures 1 et 2, une installation de séchage pour bois 2 est désignée par la

- 5 -

5 référence générale 1. L'installation 1 comprend une chambre de séchage 3 et une salle de machines 4 séparées entre elles par une paroi 5. Dans la chambre 3 est ménagée un contre-plafond 7 parallèle au plafond 8, lequel contre-plafond 7 s'étend tout le long de la chambre 3 hormis deux zones extrêmes 9 et 10 respectivement adjacentes à la paroi 5 et à la paroi 14 opposée.

10 Pendant l'opération, le bois 2 est disposé en une pluralité de piles 6 à l'intérieur de la chambre de séchage 3 tout en laissant libre les zones précédemment décrites 9 et 10.

15 Entre le plafond 8 et le contre-plafond 7 est disposée dans la zone médiane de la chambre 3 une structure 15 parallèle aux parois 5 et 14 dont la longueur est égale à la largeur de la chambre 3. Dans cette structure est ménagée une pluralité d'ouvertures équidistantes où sont montés respectivement des ventilateurs 16 hélicoïdaux actionnés par des moteurs
20 électriques 17 réversibles.

25 L'installation comprend de plus un circuit frigorifique 18 de type conventionnel à fréon comprenant un compresseur 19, un condensateur 20 et un évaporateur 21 reliés entre eux de manière connue au moyen de tubes 22 partiellement illustrés.

Le compresseur 19 et l'évaporateur 21 sont logés dans une armoire 25 disposée dans la salle des machines 4 contre la paroi 5, et plus précisément chacun dans une chambre 26 et 27 formées à l'intérieur de

- 6 -

l'armoire 25 par une paroi interne 28 verticale et orthogonale à la paroi 5. La chambre 26 communique avec l'extérieure au travers d'une ouverture 29 munie de petites ailettes, et avec la chambre 27 grâce à une
5 ouverture 33 dans la paroi 28 munie d'un rideau 34 à lamelles réglable. La chambre 27 communique avec la chambre 3 au travers d'une ouverture 35 également munie d'un rideau 36. La chambre 27 possède une petite hotte 37 d'où partent deux conduits 38,39 côte-à-côte quittant la
10 chambre 27 par le haut.

Le conduit 38 débouche vers l'extérieur de l'installation 1. Le conduit 39 part vers le haut le long de la paroi 5, et débouche dans la chambre 3 au travers d'une ouverture 40 située proche du plafond 8 dans la
15 paroi 5. La sortie du conduit 39 est évasée pour définir un diffuseur 41. Dans une paroi du conduit 39 est ménagée une fenêtre 44 munie d'un rideau 45. L'évaporateur 21, constitué par un faisceau de tubes de forme rectangulaire sensiblement plat, est logé dans la chambre 27 dans une
20 position oblique par rapport à la paroi 28, c'est-à-dire en partant de dessous de l'ouverture 33 jusqu'à la hotte 37 des conduits 38,39 de telle sorte qu'il divise la chambre 27 en deux zones 27a,27b : la zone 27a communiquant avec l'ouverture 33 et 35, la zone 27b avec
25 l'intérieur de la hotte 37.

A proximité de la zone d'entrée de la hotte 37 est disposé un couple de ventilateurs hélicoïdaux 46 à basse prévalence, à même d'aspirer l'air de la chambre 27 et de l'envoyer dans le conduit 38 et/ou 39 comme il sera
30 expliqué par la suite.

- 7 -

5 A l'intérieur de la hotte 37 est disposée, entre les embouchures des conduits 38,39, une petite paroi 47 mobile entre deux positions limites assurant respectivement l'étanchéité au fluide entre la hotte 37 et l'un ou l'autre des conduits 38,39.

10 Le condensateur 20 est lui-même formé d'un faisceau de tubes aplatis et allongés. Ce condensateur est logé dans la chambre de séchage 3 dans la partie supérieure de la zone 9 comprise entre la paroi 5 et le contre-plafond 7, et ce en dessous de l'ouverture 40 à la sortie du conduit 39.

15 Dans la partie supérieure de la zone 10 de la chambre 3 comprise entre le contre-plafond 7 et la paroi 14, en d'autres termes symétriquement au condensateur 20 par rapport au contre-plafond 7, est disposée une pluralité de résistances électriques 48 dont la fonction sera décrite par la suite.

20 Les différents rideaux 34,36 et 45 et la paroi 47 sont avantageusement chacun commandés par des actuateurs non illustrés pour une meilleure compréhension de la figure. Ces actuateurs sont contrôlés par une unité centrale de type conventionnel et non illustrée, et ce en fonction de signaux émis par des capteurs de température et d'humidité également non illustrés.

25 Le fonctionnement de l'appareil est le suivant. Dans les figures 3, 4 et 5,6 sont illustrées deux conditions d'opérations successives pour la période estivale ou pendant laquelle la température externe est supérieure à 10° C environ.

- 8 -

De telles phases sont basées sur le fonctionnement du circuit frigorifique 18 en temps que pompe à chaleur pour soutirer de l'énergie thermique à l'air ambiant externe et la transférer à l'air contenu dans la chambre 3 en produisant une augmentation de la température.

En particulier, dans les conditions illustrées par les figures 3 et 4, les rideaux 36. et 45 sont fermés, la paroi 47 ferme le conduit 39 et le rideau 34 est ouvert. Les ventilateurs 46 aspirent un flux d'air de l'extérieur (en réalité de la salle des machines 4 à travers l'ouverture 29), laquelle cède de la chaleur à l'évaporateur 21 avant d'être expulsée à l'extérieur. Une telle chaleur est "pompée" par le compresseur 19 jusqu'au condensateur 20 qui cède cette chaleur à l'air contenu dans la chambre 3 isolée de l'environnement extérieur. L'air à l'intérieur de la chambre 3 est mis en circulation par les ventilateurs 16 alternativement dans les deux sens. Cet air intérieur se réchauffe au contact du condensateur 20 avec une réduction de l'humidité relative. Le flux d'air chaud, substantiellement uniforme dans le sens de la largeur de la chambre 3, lèche le bois 2 alternativement d'une extrémité proche de la paroi 5 à l'extrémité proche de la paroi 14 et vice-versa produisant ainsi dans le bois une évaporation substantiellement homogène.

Dans cette phase, l'humidité absolue à l'intérieur de la chambre ne diminue pas. De telles phases sont cependant utilisées en combinaison avec celles illustrées par les figures 5 et 6 dans lesquelles le fonctionnement de l'installation est similaire au

précédent à la différence que le rideau 36 est ouvert donc que les ventilateurs 46 aspirent, en plus de l'air ambiant externe, un flux d'air chaud et saturé de la chambre 3. Ce flux traverse l'évaporateur 21 dans lequel
5 il se refroidit avec formation de condensation puis est expulsé à travers le conduit 38. La chaleur cédée dans l'évaporateur 21 est récupérée dans le condensateur 20. L'air soutiré de la chambre 3 est repris à travers l'ouverture 44 du fait que les rideaux 45 sont ouverts
10 dans ce cas.

Pendant la période hivernale, quand la température extérieure descend à une valeur préfixée de l'ordre de 10° C, l'apport thermique de la pompe de chaleur est complété par la mise en marche des
15 résistances 48, et ce de préférence seulement pendant les heures de nuit ou celles pendant lesquelles le coût de l'énergie électrique est réduite.

Quand la température extérieure descend à une valeur proche ou inférieure à 0° C, jusqu'à empêcher
20 l'utilisation du circuit frigorifique 18 comme pompe de chaleur, l'installation fonctionne selon la configuration illustrée dans les figures 1 et 2.

Les rideaux 34 et 45 sont fermés, le rideau 36 est ouvert et la paroi 47 est disposée dans la position
25 indiquée selon les traits pleins de la figure 2 dans laquelle il ferme l'entrée du conduit 38.

Dans de telles conditions, le flux d'air à l'intérieur de l'installation est un circuit fermé et le circuit frigorifique 18 fonctionne comme un

- 10 -

déshumidificateur. En particulier, les ventilateurs 46 aspirent au travers de l'ouverture 35 un flux d'air de la chambre 3. Ce flux passe au travers de l'évaporateur 21, dans lequel il se refroidit et perd par condensation une partie de l'humidité tiré du bois. La condensation est évacuée de manière connue et toutefois non illustrée. L'air sec et froid à la sortie de l'évaporateur 21 est donc envoyé dans le conduit 39 et ressort dans la chambre au travers du diffuseur 41.

Les ventilateurs 16 font circuler l'air à l'intérieur de la chambre 3 alternativement dans les deux sens comme décrit précédemment. L'air se rechauffe au contact du condensateur 20 auquel il soustrait la chaleur récupérée par l'évaporateur 21, et lèche le bois auquel il soustrait l'humidité. La circulation d'air dans la chambre 3, alternativement dans les deux sens, n'est pas entravée en substance par l'émission de l'air sec du fait qu'elle arrive avec une vitesse très réduite grâce à la basse prévalence des ventilateurs 46 et diffuseurs 41.

Pour certains types de bois, l'apport thermique du condensateur 20 peut être insuffisant à maintenir un niveau convenable pour la température à l'intérieur de la chambre 3. Dans de tels cas, on peut réactiver les résistances 48, de préférence pendant les heures nocturnes.

On peut aisément comprendre le avantages qu'il en est possible d'obtenir grâce aux caractéristiques de l'installation de séchage réalisées selon la présente invention. En particulier, la disposition du condensateur 20 à l'intérieur de la chambre de séchage 3 permet de

- 11 -

réaliser la "réversibilité" de la circulation d'air à l'intérieur de cette chambre avec une distribution uniforme de flux.

5 On obtient donc un séchage homogène et rapide du bois avec tous les avantages propres à une installation d'une pompe de chaleur (faible coût d'implantation et de gestion) eu égard aux solutions conventionnelles pour la chaleur.

10 Le rendement du circuit frigorifique 18 utilisé comme pompe à chaleur se révèle en d'autres termes particulièrement élevé, même en rapport avec d'autres installations de pompes à chaleur connues, du fait que la conception de l'installation permet de traiter un volume d'air beaucoup plus important.

15 L'expulsion du flux d'air chaud et saturé de la chambre 3 au travers de l'évaporateur 21 permet de récupérer une grande partie de l'énergie thermique du fluide lui-même.

20 Enfin, le contre-plafond 7 élimine le risque de déformation du bois de la partie supérieure des empilages.

25 Bien évidemment, on peut apporter à l'installation 1 décrite de nombreuses modifications et variantes sans sortir de l'objet de la présente invention. Par exemple, le condensateur 20 peut être disposé en n'importe quelle zone de la chambre 3 ; les résistances électriques peuvent être changées par n'importe quel autre moyen chauffant, par exemple et de

- 12 -

manière avantageuse par un fluide chaud éventuellement disponible à proximité de l'installation (vapeur ou fumée). Enfin, on peut varier la configuration ou la disposition des conduits, ouverture et rideau qui

5

contrôlent le flux d'air.

REVENDECATIONS

1. Installation (1) de séchage de matériaux, plus particulièrement de bois (2), comprenant une chambre de séchage (3) apte à contenir une charge de matériel à sécher, des premiers moyens (35) pour prélever de l'air de cette chambre, des seconds moyens (29,33) pour prélever de l'air de l'ambiance extérieure à cette chambre, des moyens pour aspirer (46) un flux d'air du premier et/ou second moyen de prélèvement, des moyens d'injection (37, 39) d'au moins une portion de ce flux dans la chambre, des moyens d'expulsion (37,38) d'au moins une portion de ce flux vers l'ambiance externe et un circuit frigorifique comprenant un compresseur de fluide frigorifique (19), des moyens de condensation (20) de ce fluide frigorifique et des moyens d'évaporation (21) de ce fluide frigorifique, ces moyens d'évaporation étant traversés par au moins une portion du fluide aspiré par les moyens d'aspiration caractérisée en ce que les moyens de condensation (20) du fluide frigorifique sont disposés à l'intérieur de la chambre (3) et en ce que l'installation (1) comprend des moyens réversibles (16,17) de recirculation de l'air à l'intérieur de la chambre (3).
 2. Installation selon la revendication 1, caractérisée en ce que la chambre (3) comprend un contre-plafond parallèle au plafond (8) de la chambre, lequel contre-plafond s'étend tout le long de la chambre hormis deux zones extrêmes (9) et (10) opposées. les moyens de recirculation de l'air comprenant au moins un ventilateur (16) disposé dans une zone médiane de la chambre (3) entre le contre-plafond (7) et le plafond (8).

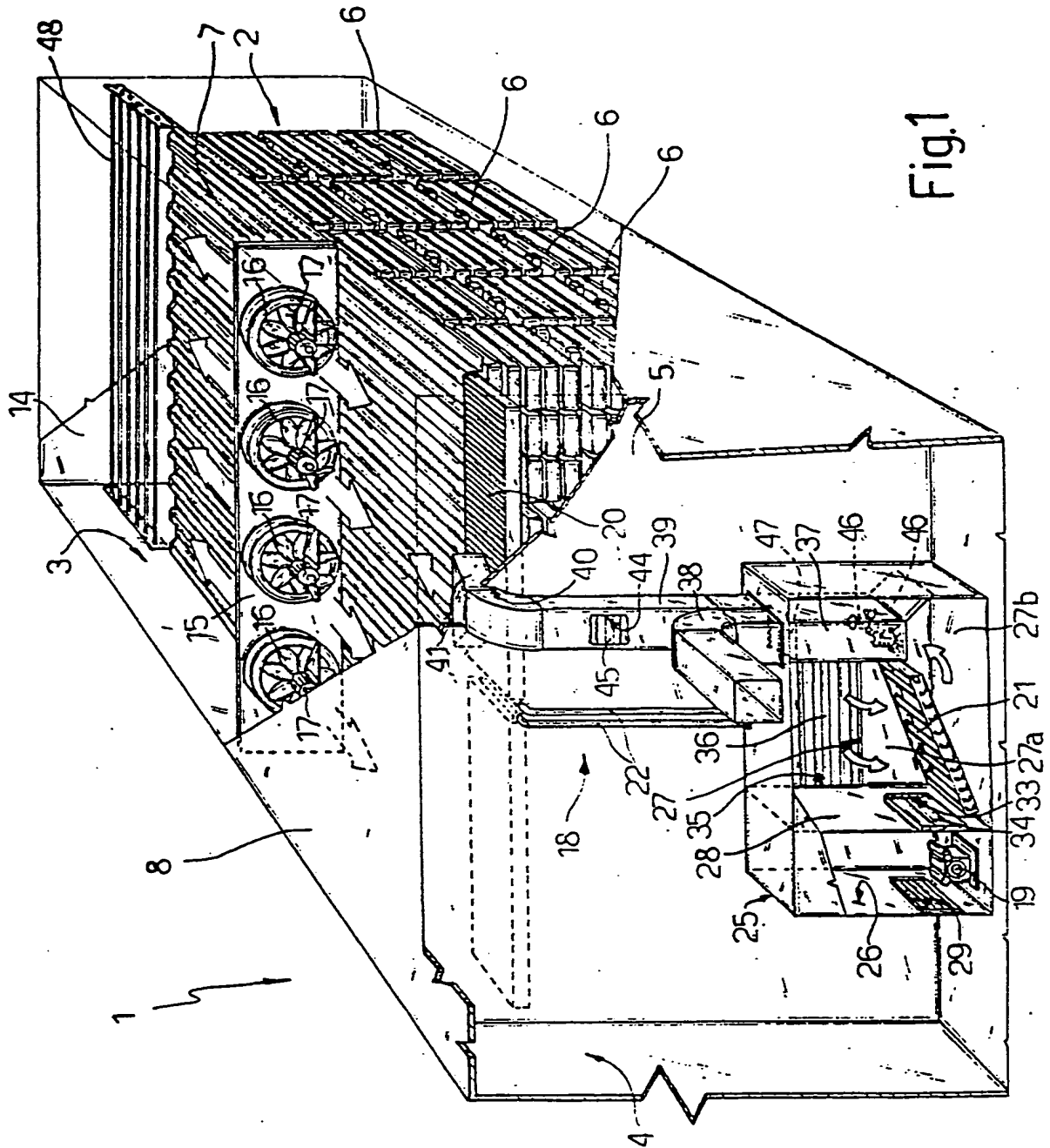
3. Installation selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce qu'il comprend des moyens d'orientation (47) permettant de mettre en communication au choix les moyens d'aspiration (46) et avec les moyens d'injection (39) de l'air à l'intérieur de la chambre (3) ou avec les moyens d'expulsion (38) du fluide vers l'ambiance externe.
4. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que les moyens d'évaporation du fluide frigorigène comprennent un évaporateur (21) unique.
5. Installation selon la revendication 4, caractérisée en ce qu'elle comprend une salle de machines (4) séparée de la chambre de séchage (3) par une paroi (5) et en ce que l'évaporateur (21) est situé dans une armoire (25) disposée dans la salle des machines (4) à proximité de la paroi (5).
6. Installation selon la revendication 5, caractérisée en ce que l'armoire (25) définit au moins une chambre (27) dans laquelle est situé l'évaporateur (21), en ce que les premiers moyens de prélèvement comprennent une ouverture (35) de communication entre la chambre (27) et la chambre (3) pourvus d'un rideau (36), et en ce que les moyens d'émission et les moyens d'expulsion sont constitués par des conduits (38,39) communiquant de la chambre (27) respectivement dans une zone supérieure de la chambre (3) et dans l'ambiance externe.

7. Installation selon la revendication 6, caractérisée en ce que les deux conduits d'émission (39) et d'expulsion (38) partent à partir d'une petite hotte (37) commune à l'intérieur de la chambre (27) de l'armoire (25) ; les moyens d'aspiration comprenant au moins un ventilateur (46) disposé à proximité de la section d'entrée de la petite hotte (37).
8. Installation selon la revendication 7, caractérisée en ce que les moyens d'aspiration comprennent deux ventilateurs (46) du type hélicoïdal à basse prévalence.
9. Installation selon la revendication 7 ou 8, caractérisée en ce que les moyens d'orientation comprennent une paroi (47) logée à l'intérieur de la hotte (37) proche de l'entrée des conduits d'émission et d'expulsion (38), laquelle la paroi (47) est mobile entre deux positions limites dans lesquelles elle coopère avec une portion de la hotte (37) pour couper au moins partiellement le fluide respectivement dans l'un des deux conduits (38,39).
10. Installation selon les revendications 6 à 9, caractérisée en ce que les seconds moyens de prélèvement comprennent au moins une ouverture (29,33) de l'armoire (25) respectivement pourvus d'un rideau (34), l'évaporateur (21) étant disposé à l'intérieur de la chambre (27) de l'armoire de telle façon qu'il divise cette chambre (27) en deux zones (27a,27b), la zone (27a) communiquant avec les ouvertures (33,35) de prélèvement et la zone (27b) communiquant avec la hotte (37).

11. Installation selon l'une quelconque des revendications 6 à 10, caractérisée en ce que les moyens de condensation (20) du fluide frigorigène sont disposés proches de la sortie du conduit d'émission (39) dans la zone d'extrémité de la chambre (3) située entre de la paroi (5) et le contre-plafond (7).
12. Installation selon les revendications 6 à 11, caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens de réchauffement supplémentaires (48) logés dans la chambre (12).
13. Installation selon la revendication 12, caractérisée en ce que les moyens de réchauffement supplémentaires comprennent une pluralité de résistances électriques (48) disposées à la zone d'extrémité de la chambre (3) située entre le contre-plafond (7) et la paroi (14) opposée à la paroi (5) de division.
14. Installation selon l'une des revendication 6 à 13, caractérisée en ce que le conduit d'émission (39) présente une portion de sortie (41) à l'intérieur de la chambre (3) évasé définissant un diffuseur.
15. Installation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend une ouverture (44) récupérant de l'air prélevé dans la chambre (3) de séchage, cette ouverture (44) étant pourvue d'un rideau (45).
16. Procédé de séchage utilisant l'installation selon la revendication 1, caractérisé en ce que le circuit frigorigène fonctionne comme une pompe à chaleur

- 17 -

dès que l'ambiance extérieure est à une température supérieure ou égale à 0° C.



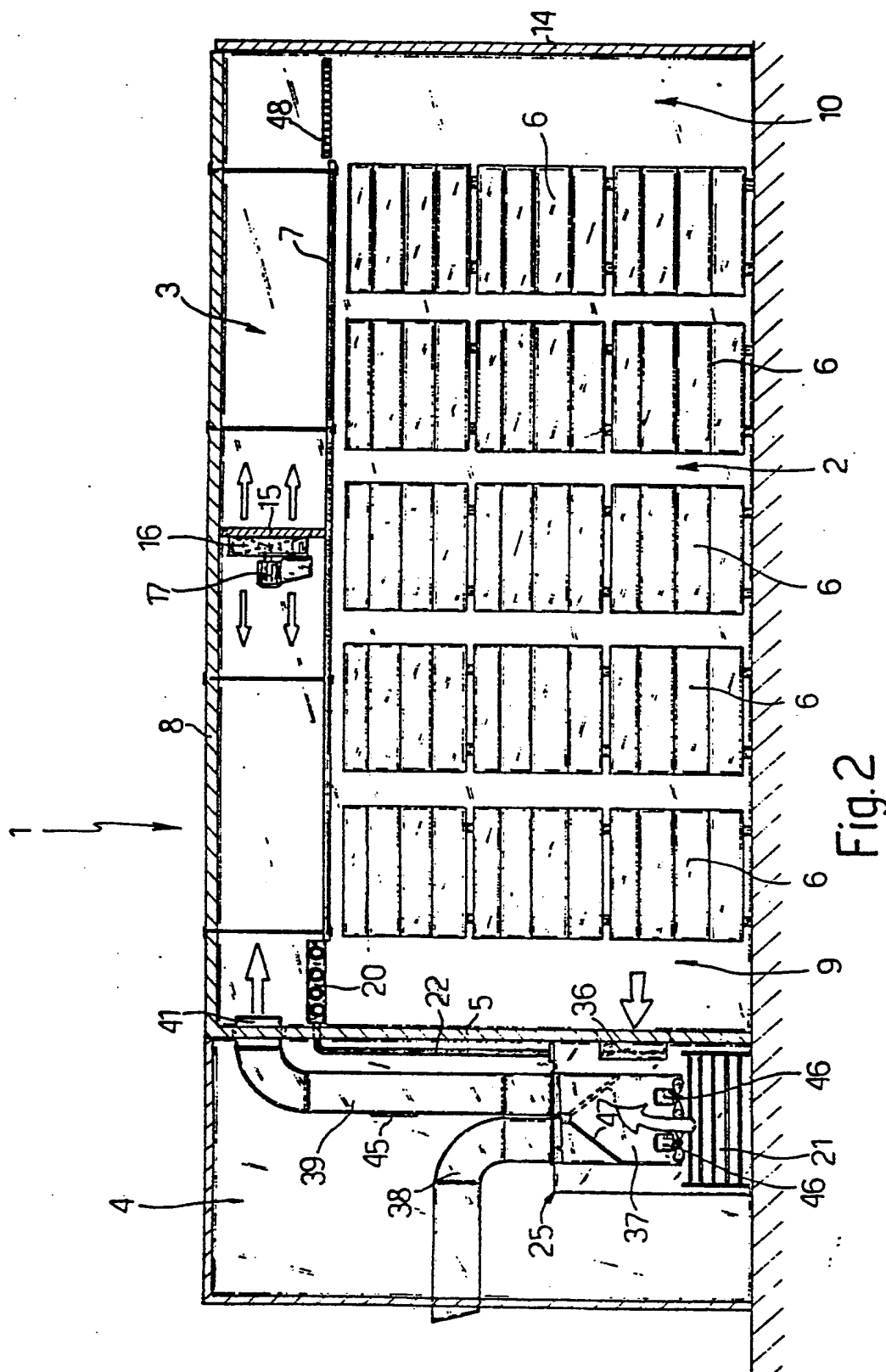
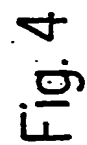


Fig. 2



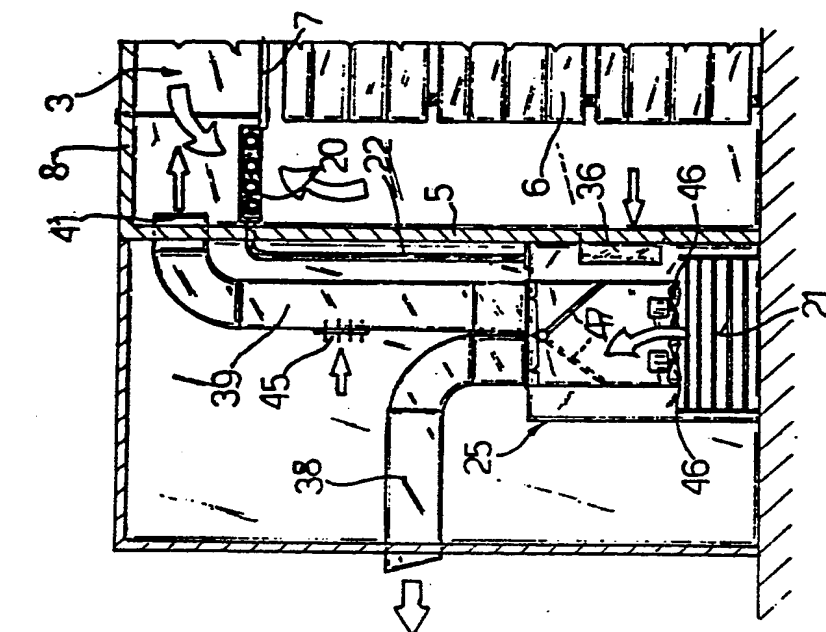


Fig. 6

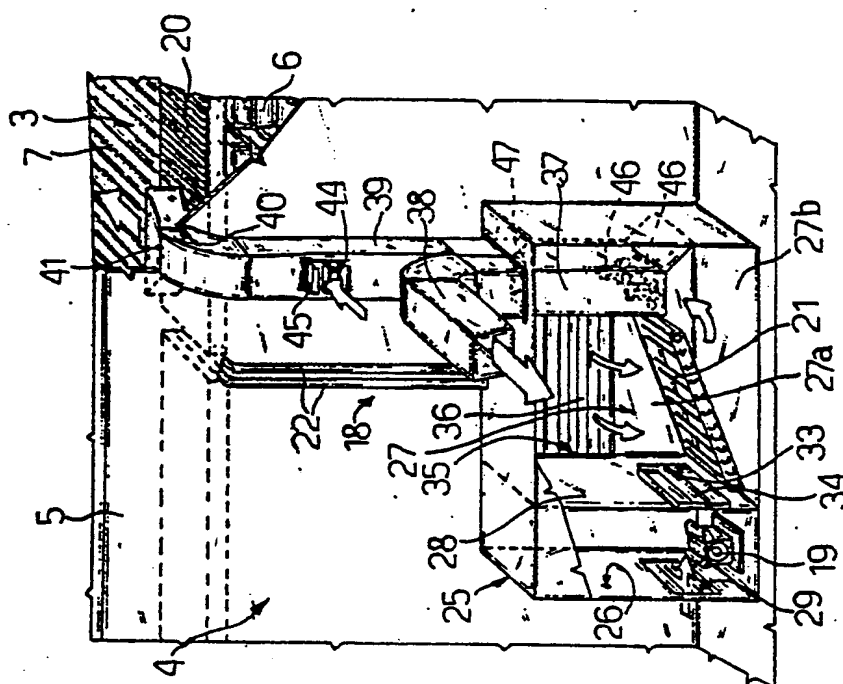


Fig. 5